

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Mai 2002 (16.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/38502 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01J 19/12, A61L 2/10

C02F 1/32,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **BAYER AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
51368 Leverkusen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12562

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Oktober 2001 (31.10.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 56 096.2 13. November 2000 (13.11.2000) DE

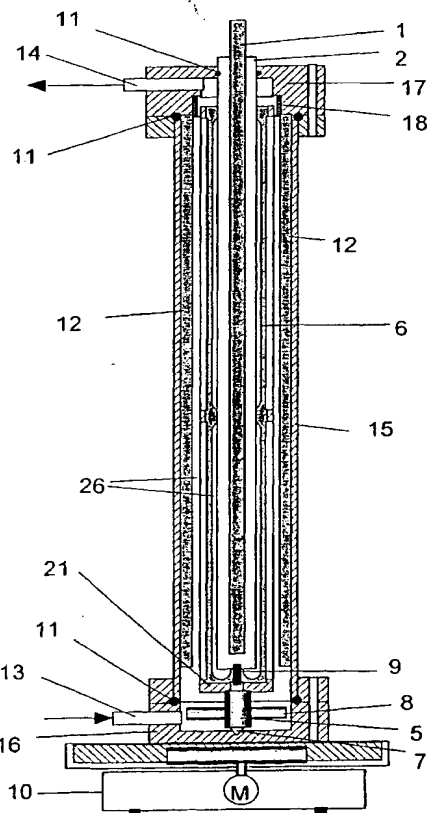
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KAISER, Klaus**
[DE/DE]; Steinbergerstrasse 12, 50733 Köln (DE).
KAULING, Jörg [DE/DE]; Bachemer Strasse 257,
50935 Köln (DE). **HENZLER, Hans-Jürgen** [DE/DE];
Eggenweg 30, 42655 Solingen (DE). **GÜNTHER, Is-
abell** [DE/DE]; Hermann-von-Helmholtz-Strasse 58,
51373 Leverkusen (DE). **SCHMITT, Franz** [DE/DE];
Max-Bruch-Strasse 31, 51465 Bergisch Gladbach (DE).
BECKERS, Erhard [DE/DE]; Hauptstrasse 87-89, 51399
Burscheid (DE). **QUEST, Stefan** [DE/DE]; Am Kloster
61, 42799 Leverkusen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR IRRADIATING LIQUIDS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR BESTRAHLUNG VON FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: Disclosed is a reactor for irradiating ultraviolet light into a fluid reaction medium (3). The reactor comprises at least a housing (15) which encloses a tubular cavity and a radiation source (1) for the production of ultraviolet light in addition to an inner tube (2) which, together with the housing (15), forms an especially annular-shaped irradiation chamber (26). The irradiation chamber (26) is connected to at least one inlet (13) and one outlet (14) for the reaction medium, said reaction medium (3) flowing through the irradiation chamber in the longitudinal direction of the tube (2). The irradiation chamber (26) is provided with means (6, 25) for additional radial flow guidance of the reaction medium (3).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Reaktor zur Einstrahlung von ultraviolettem Licht in ein fluides Reaktionsmedium (3) beschrieben. Der Reaktor besteht wenigstens aus einem Gehäuse (15), welches einen rohrförmigen Hohlraum umschließt, mit einer Strahlungsquelle (1) zur Erzeugung von ultraviolettem Licht und einem inneren Rohr (2), das mit dem Gehäuse (15) einen insbesondere ringförmigen Bestrahlungsraum (26) bildet, wobei der Bestrahlungsraum (26) wenigstens mit einem Einlass (13) und einem Auslass (14) für das Reaktionsmedium (3) verbunden ist und vom Reaktionsmedium (3) in Längsrichtung des Rohres (2) durchströmt wird, und wobei der Bestrahlungsraum (26) Mittel (6, 25) zur Erzeugung einer zusätzlichen radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums (3) aufweist.

WO 02/38502 A1

BEST AVAILABLE COPY



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** BAYER AKTIENGESSELLSCHAFT; 51368 Leverkusen (DE).

TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung zur Bestrahlung von Flüssigkeiten

Die Erfindung betrifft einen Reaktor zur Einstrahlung von ultravioletttem Licht in ein
5 fluides Reaktionsmedium. Der Reaktor besteht wenigstens aus einem Gehäuse,
welches einen rohrförmigen Hohlraum umschließt, mit einer Strahlungsquelle zur
Erzeugung von ultravioletttem Licht und einem inneren Rohr, das mit dem Gehäuse
einen insbesondere ringförmigen Bestrahlungsraum bildet, wobei der Bestrahlungs-
raum wenigstens mit einem Einlass und einem Auslass für das Reaktionsmedium
10 verbunden ist und vom Reaktionsmedium in Längsrichtung des Rohres durchströmt
wird, und wobei der Bestrahlungsraum Mittel zur Erzeugung einer zusätzlichen
radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums aufweist.

Die Sterilisation flüssiger Medien ist eine wesentliche Ausgangsvoraussetzung für
15 den Einsatz bio- und lebensmitteltechnologischer Produktionsverfahren. Zielsetzung
ist die zuverlässige und vollständige Abreicherung von Mikroorganismen und/oder
Viren bei gleichzeitig weitestgehender Erhaltung der Wertstoffe. Sterilisiert werden
sowohl die Einsatzstoffe (z.B. Nährmedien für Fermentationen) als auch Endproduk-
te (z.B. Milchprodukte oder pharmazeutische Wirkstoffproteine). In der Lebens-
20 mittelindustrie führen u.a. Aspekte der Haltbarkeitsverlängerung zur Anwendung der
Sterilisationstechniken, während deren Einsatz in der pharmazeutischen Industrie
durch strenge Qualitätssicherungsaufgaben reglementiert ist. So werden zur Anwen-
dung pharmazeutischer Produkte humanen oder tierischen Ursprungs mehrere, auf
unterschiedlichen Wirkprinzipien basierende Virusinaktivierungsschritte gefordert,
25 die eine Virusabreicherung um jeweils mindestens vier Zehnerpotenzen gewähr-
leisten. Die Notwendigkeit zur Gewährleistung der „Virussicherheit“ trifft selbstver-
ständlich auch auf Pharmazeutika zu, die mit gentechnologischen Verfahren herge-
stellt werden.

30 Als produktschonendes Verfahren zur Virusabreicherung wird in der Literatur unter
anderem die Bestrahlung mit ultravioletttem Licht vorgeschlagen. Die Behandlung

von Plasma und Blutprodukten durch UV-Licht ist grundsätzlich bekannt. Bereits während des zweiten Weltkriegs wurden große Mengen Plasma gesammelt und mit UV-Licht bestrahlt. Die UV-Behandlung von Blutderivativen ist aber besonders hinsichtlich nicht umhüllter, hitzestabiler Viren interessant. Chin et al (Chin, S., Jin, R., Wang, X.L., Hamman, J., Gerard Marx, Xiaode Mou, Inger Andersson, Lars-Olof Lindquist, and Bernhard Horowitz (1997). Virucidal Treatment of Blood Protein Products with UVC Radiation. Photochemistry and Photobiology 65(3): 432-435.) konnten zeigen, dass eine Behandlung von Plasmaprodukten mit UV-Licht zur Inaktivierung von Hepatitis A- und Parvoviren führt.

Zielrichtung der UV-Bestrahlung ist die mutagene Veränderung des Erbmateri- als der Mikroorganismen oder Viren, die oberhalb einer Mindestbestrahlungsdosis ihre Vermehrungsfähigkeit verlieren. Aufgabe der Erfindung ist es, hierfür eine sichere und optimal wirksame Vorrichtung zur Bestrahlung mit UV-Licht zu entwickeln.

Probleme bei der Verwendung von Reaktoren zur Einstrahlung von ultravioletem Licht in flüssige Reaktionsmedien ergeben sich durch eine mit zunehmender Entfernung von der Strahlungsquelle exponentiell abnehmende Strahlungsintensität im zu behandelnden Medium. Mikroorganismen und Viren in einem größeren Abstand von der Strahlenquelle werden aus diesem Grund langsamer bzw. überhaupt nicht mehr abgetötet. Dieser Effekt, der mit zunehmendem Lichtabsorptionsvermögen des Mediums erheblich verstärkt wird, führt nach dem derzeitigen Stand der Technik zur Verwendung sehr großer Bestrahlungsoberflächen, wie man sie z.B. in Dünnschichtreaktoren vorfindet. Die im Einsatz befindlichen Dünnschichtreaktoren lassen sich nur schwer in den technischen Maßstab überführen, da die Konstanthaltung der Filmdicke bei der Maßstabsvergrößerung nur durch eine durchsatzproportionale Durchmesser- vergrößerung zu realisieren ist, was im technischen Maßstab zu nicht mehr handhabbar großen Reaktoren führt. Einen weiteren negativen Einfluss bildet das ungünstige Verweilzeitverhalten der nach Maßgabe der zumeist nur geringen Eindringtiefe der UV-Strahlung in das Reaktionsmedium notwendigerweise sehr dünnen und damit laminar strömenden Flüssigkeitsfilme, bei denen ein Austausch

quer zur Hauptströmungsrichtung definitionsgemäß entfällt. Die wandnahen Schichten verweilen wegen des linear zur Wand bis auf Null abnehmenden Geschwindigkeitsprofils wesentlich länger als die wandferneren Schichten. Um die zur Abtötung notwendige Mindestbestrahlungsdosis auch in der schneller fließenden wandfernen Flüssigkeitsschicht realisieren zu können, muss die mittlere Verweilzeit des Films angehoben werden. Dies aber führt zu einer erhöhten Strahlenbelastung und somit zur einer größeren Schädigung der Produkte.

Ebenfalls bekannt und beschrieben sind sogenannte Ringspaltreaktoren. Ein UV-Ringspaltreaktor üblicher Bauart besteht aus einem röhrenförmigen Metallgehäuse, in das ein, einen stabförmigen UV-Strahler enthaltendes Quarzrohr eingelassen ist, so dass ein ringspaltförmiger Raum gebildet wird. Bei diesem Reaktortyp fließt das Reaktionsmedium nur in axialer Richtung durch den Ringraum, was im Hinblick auf einen guten Stoffaustausch ähnlich wie bei den Dünnschichtreaktoren ebenfalls nicht vorteilhaft ist.

Die beschriebenen Nachteile der Reaktortypen sollten durch eine günstigere Strömungsführung überwunden werden können, die neben einem engen Verweilzeit-spektrum auch einen guten Austausch in der Flüssigkeit senkrecht zur Hauptströmungsrichtung erlauben. Hierzu sind u.a. tangential angeströmte Ringspaltreaktoren vorgeschlagen worden. Aus der EP 803 472 A1 ist z.B. ein Reaktor zur Einstrahlung von ultraviolettem Licht in ein Reaktionsmedium mit einem Ringraum als Bestrahlungszone, bei dem der Einlass so ausgebildet ist, dass das Reaktionsmedium tangential in den Ringraum eintritt.

Die Leistung eines Reaktors mit tangentialer Anströmung hat im Vergleich zu einem "klassischen" Ringspaltreaktor marginale Vorteile. Verfahrenstechnische Untersuchungen zeigen, dass das tangentiale Strömungsprofil infolge der Wandreibung bereits kurz nach dem Einlauf in ein axiales Profil umschlägt. Die zumindest für den Bereich der tangentialen Überströmung theoretisch postulierten Deanwirbel, mit denen der Queraustausch des Reaktionsmediums innerhalb des Ringspalts intensi-

viert werden soll, sind nach visuellen Studien und CFD-Untersuchungen (Strömungssimulation) nicht vorhanden, so dass tangential angeströmte Ringspaltreaktoren dieser Art zwar eine gewisse Verbesserung im Vermischungsverhalten aber dennoch keinen vollständigen Umsatz ermöglichen. Somit ist die Sekundärströmung und der damit verbundene verbesserte Stoffaustausch auf die einlaufnahen Zonen begrenzt.

Es konnte gezeigt werden, dass dieses Verhalten bei der Behandlung schwach absorbierender Reaktionsmedien (z.B. Wasserbehandlung) toleriert werden kann, da hierfür die Vermischung ausreichend ist und die UV-Dosis zur Umgehung dieses Nachteils erhöht werden kann. Für Anwendungen, die in Zusammenhang mit der Behandlung von Proteinlösungen stehen, schien dies nicht möglich zu sein, da die Proteine dabei irreversible Schäden erleiden würden.

Es ist folglich neu und überraschend, dass die Reaktoren der eingangs genannten Art auch für die Behandlung viruskontaminierter Proteinlösungen geeignet sind, wenn der Bestrahlungsraum über seine Länge Mittel zu einer zusätzlichen radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums aufweist und insbesondere, wenn in Bezug auf den Durchmesser des Gehäuses eine bestimmte Reaktorlänge nicht überschritten wird. Das vorgeschlagene L/D - Verhältnis sollte bevorzugt kleiner 100 sein.

Wie aus der vorangegangenen Diskussion deutlich wird, besteht die Aufgabe der Erfindung darin, Apparate der eingangs genannten Art mit einem optimierten und gleichmäßigeren Vermischungsverhalten für das Reaktionsmedium bereitzustellen.

Gegenstand der Erfindung ist ein Reaktor zur Einstrahlung von ultravioletttem Licht in ein fluides Reaktionsmedium mit einem Gehäuse, welches einen rohrförmigen Hohlraum umschließt, mit einer Strahlungsquelle zur Erzeugung von ultravioletttem Licht und einem inneren Rohr, das mit dem Gehäuse einen insbesondere ringförmigen Bestrahlungsraum bildet, wobei der Bestrahlungsraum wenigstens mit einem Einlass und einem Auslass für das Reaktionsmedium verbunden ist und vom Reaktionsmedium in Längsrichtung des Rohres durchströmt wird, dadurch gekennzeich-

net, dass der Bestrahlungsraum Mittel zur Erzeugung einer zusätzlichen radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums aufweist.

Die Vorrichtung (Reaktor) zur Einstrahlung von UV-Licht in Flüssigkeiten zeichnet sich aufgrund ihres optimalen und gleichmäßigen Vermischungsverhaltens durch einen besseren Stoffaustausch aus, wodurch eine sichere und effektive Sterilisation erreicht wird. Die Vorrichtung lässt sich gut in bestehende Anlagen integrieren und ist einfach zu reinigen. Ebenfalls von Vorteil ist die kompakte Bauweise der Vorrichtung.

Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem für UV-Licht durchlässigen Ringspaltkanal besondere Strömungsbedingungen erzeugt werden, die über die gesamte Kanallänge einen intensiven Stoffaustausch bewirken. Sie besteht z.B. aus einer UV-Strahlenquelle, die von einem Quarzschutzrohr (Strahlerhüllrohr) umgeben sein kann, und einem für UV-Licht durchlässigen Produktkanal (Bestrahlungsraum), durch den das Reaktionsmedium hindurchströmt. Das besondere Kennzeichen des Bestrahlungsraums ist eine intensive, über die gesamte Länge herrschende gleichförmige Quervermischung senkrecht zur Hauptrichtung der Produktströmung sowie eine durch turbulente Produktströmung eingeengte Verweilzeitverteilung.

Durch die Quervermischung wird gewährleistet, dass die von der Strahlenquelle entfernten Flüssigkeitsschichten, die besonders bei stark lichtabsorbierenden Medien keine oder wenig UV-Strahlung erhalten, einen intensiven Austausch mit den UV-bestrahlten Schichten nahe der Strahlenquelle eingehen. Dies wird z.B. durch eine spezielle Strömungsführung in der Vorrichtung erreicht, durch die eine Vielzahl hintereinandergeschalteter, quasi-zellulärer Zirkulationsströmungen erzeugt wird. Hierdurch wird die notwendige Aufenthaltszeit der Produkte in den reaktiven Kanalschichten minimiert, was bei zuverlässiger Sterilisation bzw. Virusinaktivierung zur kleinst möglichen Schädigung der Produkte durch die Strahlenbelastung führt. Die Sekundärströmungen werden durch Rühren, beim Umströmen von Einbauten oder beim Durchströmen von spiralförmigen Kanälen erzeugt.

In einer bevorzugten Bauform ist der Reaktor so gestaltet, dass die Strahlungsquelle im inneren Rohr angeordnet ist und das innere Rohr für das ultraviolette Licht durchlässig ist.

5

Die Innenwand des Gehäuses weist dabei besonders bevorzugt eine Beschichtung mit einem UV-Strahlung reflektierenden Material auf.

10 In einer alternativen bevorzugten Bauform ist die Strahlungsquelle des Reaktors außerhalb des Gehäuses angeordnet und das Gehäuse für das ultraviolette Licht durchlässig.

Die Wand des inneren Rohres weist dann besonders bevorzugt eine Beschichtung mit einem UV-Strahlung reflektierenden Material auf.

15

Ein bevorzugtes Mittel zur Erzeugung einer zusätzlichen radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums ist ein zylinderförmiger Rührer, insbesondere ein Zylinder-
rührer mit vorzugsweise 2 bis 10 Rührblättern, der im Bestrahlungsraum angeordnet ist.

20

Die zur schonenden UV-Behandlung vorzugsweise zu verwendenden kontinuierlich durchströmten Reaktoren mit Rührvorrichtung nutzen zur Quervermischung in vorteilhafter Weise die Ausbildung von Radial- und Taylorströmungen bzw. Kombinationen aus beiden. Taylorwirbel entstehen in Zylinderrührreaktoren durch Antreiben
25 des inneren Zylinders. Bei Verwendung eines innen angetriebenen Zylinderrührers, der aus Gründen einer präzisen Rotationsbewegung vorteilhaft aus metallischen Werkstoffen anzufertigen ist, kann die UV-Bestrahlung auch durch den statischen äußeren Quarzglasmantel erfolgen, um den herum die UV-Röhren positioniert sind. Diese Vorrichtung erfordert zahlreiche UV-Strahler und verursacht damit einen größeren
30 Bedienungsaufwand. Außerdem kann vom Gesamtangebot an UV-Strahlung nur derjenige Anteil nahezu verlustfrei genutzt werden, der rechtwinklig zur Glas-

- wand aufgenommen wird, während die Strahlung in die anderen Einstrahlrichtungen durch Lichtbrechungen erheblich abgeschwächt wird. Bei einer zentrischen Bestrahlung durch einen den UV-Strahler eng umschließenden Innenzylinder entfallen diese Nachteile. Aus konstruktiven Gründen (zu nennen sind u. a. Probleme bei der steril-
- 5 technisch einwandfreien Abdichtung zwischen rotierendem Innenzylinder und Behälter sowie bei der berührungsfreien Lagerung des UV-Strahlers) ist jedoch der zur Erzeugung der Taylorwirbel benötigte Antrieb des inneren Glaszylinders nur mit technischem Aufwand zu realisieren.
- 10 Eine wesentlich einfachere Lösung zum Aufbau einer innen angetriebenen Tangentialströmung bietet ein mit kleinem Wandabstand von vorzugsweise 0,2 bis 20 mm um den Innenzylinder rotierender bevorzugter Zylinderrührer mit vorzugsweise 2 bis 10 Rührblättern. Die Rührblätter mit einer Breite von vorzugsweise 0,5 bis 30 mm lassen sich z.B. durch kavernenartige Einschnitte aus einem dünnwandigen Präzi-
- 15 sionsrohr herausarbeiten.
- CFD-Untersuchungen haben überraschenderweise gezeigt, dass durch den optionalen Einbau zusätzlicher Strömungsbrecher am äußeren Zylinderumfang, durch die die Tangentialströmung zugunsten von Radialströmungen mit dem Ziel einer weiteren
- 20 Verbesserung des Queraustausches abgeschwächt wird, das Verweilzeitverhalten nicht nachteilig beeinflusst wird. Der Antrieb des Rührers erfolgt über einen externen Motor mit gleitringgedichteter Rührwelle oder vorzugsweise dichtungslos mittels einem elektromagnetisch gekoppelten Antrieb bzw. einem vom eintretenden Produktstrom angetriebenen Laufrad. Eine mechanisch intensivierte Reinigung der Reak-
- 25 toren kann auf einfache Weise im geschlossenen Zustand bei eingeschaltetem Rührantrieb erfolgen oder nach Entfernen des inneren Glaszylinders durch Bürsten.
- Aus der Patentschrift US 5 433 738 ist ein Bestrahlungsreaktor für die Bestrahlung von Wasser bekannt, der eine wendelförmige Leitung mit kreisrundem Querschnitt
- 30 hat. Dieser weist aber keine hinreichende z.B. für die Virusinaktivierung notwendige

Quervermischung auf, so dass seine Anwendung für die Virusinaktivierung zu unsicher ist.

Bei den nachfolgend beschriebenen, bevorzugten, kontinuierlich durchflossenen Ringspaltreaktoren mit statischen Einbauten kann auf bewegte Elemente vollständig verzichtet werden. Die Quervermischung kann dabei durch Deanwirbel, Freistrahlen und Produktumschichtung bewirkt werden. Deanwirbel treten in spiralförmigen Rohr- oder Kanalströmungen auf. Es hat sich nun gezeigt, dass die Verwendung von Spiralrohren mit zum Strahler hin abgeflachtem Querschnitt der Rohrflanken, z.B. bei Verwendung von Rechteck- oder D-Profilen, gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten runden Querschnitten zu bevorzugen sind, um eine Schwächung des eingetragenen UV-Lichts durch Lichtreflexionen zu vermeiden.

Bevorzugt ist daher eine Ausführung des Reaktors, bei der das Mittel zur Erzeugung einer zusätzlichen radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums und der Bestrahlungsraum durch ein für UV-Strahlung durchlässiges im Querschnitt abgeflachtes Wendelrohr gebildet ist.

Besonders bevorzugt weist das Wendelrohr einen rechteckigen (vorzugsweise mit abgerundeten Ecken), ovalen oder halbrunden Querschnitt auf.

Die Anwendung dieser Art von Reaktoren mit Wendelrohr bleibt aber im wesentlichen auf saubere Flüssigkeiten ohne extreme Qualitätsauflagen begrenzt, da die Wendelrohre einer mechanischen Reinigung nicht oder schwer zugänglich sind.

Bevorzugt lassen sich Spiralrohrströmungen auch durch Ausarbeiten von Spiralgängen aus einem von zwei berührungsnah ineinander schiebbaren Zylindern erzeugen.

Bevorzugter weiterer Gegenstand der Erfindung ist daher ein Reaktor, der dadurch gekennzeichnet ist, dass das Mittel zur Erzeugung einer zusätzlichen radialen Strö-

mungsführung des Reaktionsmediums durch einen oder mehrere, insbesondere wendelförmige, Kanäle gebildet wird, die an der Innenwand und/oder der Außenwand des Bestrahlungsraums, bevorzugt an der Außenwand des Bestrahlungsraums umlaufend angeordnet sind.

5

Besonders bevorzugt haben die Kanäle ein rechteckförmiges (vorzugsweise mit abgerundeten Ecken), trapezförmiges oder halbrundes Querschnittsprofil.

Die Kanäle weisen insbesondere eine Tiefe von 1 bis 100 mm, bevorzugt von 2 bis 50 mm, und eine mittlere Breite von 1 bis 200 mm, bevorzugt von 2 bis 50 mm, im Querschnittsprofil auf.

10

Ganz besonders bevorzugt ist eine Bauform des Reaktors, in der die Kanäle wendelförmig ausgebildet sind und eine Steigung von 3 bis 30° (Steigungswinkel), bevorzugt von 8 bis 20°, aufweisen.

15

In der beschriebenen Variante des Reaktors mit Rührvorrichtung sowie auch mit den Kanälen wird der Bestrahlungsraum in Richtung der Rohrachse des inneren Rohres durchgehend offen ausgeführt.

20

Da die Bestrahlung vorzugsweise durch den inneren Zylinder erfolgt, wird die wendelförmige Vertiefung mit einer Schnitttiefe von vorzugsweise 1 bis 40 mm aus dem äußeren Zylinder ausgearbeitet.

Spiralrohrströmungen lassen sich auch mittels speziell geformter Schläuche erzeugen, die erfindungsgemäß über einen Zylinder gezogen werden. Bevorzugt ist folglich auch ein Reaktor, bei dem die Außenwand des Bestrahlungsraums und die Kanäle durch einen Wellschlauch gebildet werden.

25

Eine vollständige Abdichtung der Innenflanke der Spirale gegen die Glaswand ist möglich, aber nicht unbedingt erwünscht, um ein Fouling in den schlecht durch-

30

strömten Zwickeln um die Berührungszonen zwischen Schlauch (Außenzylinder) und Quarzglas zu vermeiden. Durch Gewährleistung eines Mindestabstandes zwischen Flanke und Glaswand, unter Bildung eines kleinen Ringspalt, wobei der Abstand günstigerweise im Bereich zwischen 0,1 und 0,8 mm liegt, wird eine Schlupfströmung induziert, die als Freistrah in den darüber liegenden Gewindegang eintritt, wo sie mit den Deanwirbeln überlagert einen zusätzlichen Betrag zur Intensivierung der Quervermischung leistet. Ein günstiger Abstand zwischen Schlauch (Außenzylinder) und Glasrohr beträgt bei einer Breite des Wendelkanals von 2 bis 20 mm, insbesondere von 0,1 bis 1 mm.

10

Bei nur axial durchströmten Reaktoren wird auf die durch die Spiralrohrströmung induzierten Deanwirbel vollständig verzichtet. Stattdessen werden durch zusätzliche Einbauten besonders bevorzugt ca. 10 bis 100 mm hohe Ringspaltkammern mit einer lichten Weite von vorzugsweise 3 bis 15 mm und einer Höhe von 2 bis 6 mal der Breite gebildet, deren obere und untere Begrenzungen bezogen auf die Kammertiefen einen Spaltabstand von vorzugsweise 5 bis 40 % zum inneren Glaszylinder besitzen. Der Produktstrom wird beim Passieren der Begrenzungen in einer Spaltströmung auf eine höhere Geschwindigkeit beschleunigt. Dieser als Freistrah in die nächste Kammer eingeleitete Produktstrom, saugt am Eintritt umgebende Flüssigkeit an und beschleunigt diese unter Reduzierung der eigenen Geschwindigkeit. Hierdurch wird ein kräftiger Sekundärwirbel induziert. Tritt der Freistrah am inneren Glaszylinder aus, kommt es im äußeren Bereich des Ringspalt zu einer Rückströmung. Wird die Scheibe gegen den Glaszylinder gedichtet und ein Zulaufspalt am Außenradius des Ringspalt geöffnet, liegt die Rückströmzone in der Nähe des Innenzylinders. Bei einer abwechselnden Anordnung der Zulaufspalte am Innen- und Außenradius des Ringspalt kann somit neben dem erzeugten Wirbel eine mehrfache alternierende Umschichtung des Produktes von innen nach außen und umgekehrt erreicht werden.

20

25

30

Der Reaktor kann so ausgeführt sein, dass der Einlass so ausgebildet ist, dass das Reaktionsmedium tangential, radial oder axial in den Bestrahlungsraum eintritt. Die

Ausführung mit tangentialem Einlass wird besonders bevorzugt eingesetzt, insbesondere bei der Bauform mit offen durchgehender Bestrahlungszone.

5 In einer bevorzugten Variante des Reaktors ist wenigstens ein UV-Sensor mit Messeinrichtung zur Messung der UV-Intensität der Strahlungsquelle am Reaktor angebracht, insbesondere im oberen oder unteren Bereich des Reaktors, z.B. in der Nähe des Einlasses und/oder des Auslasses.

10 Eine weitere bevorzugte Variante des Reaktors weist wenigstens einen UV-Sensor mit Messeinrichtung zur Messung der UV-Intensität im Bestrahlungsraum, insbesondere im unteren oder oberen Bereich des Reaktors, auf beispielsweise in der Nähe des Einlasses und/oder des Auslasses des Reaktors.

15 Die Nutzung des Reaktors richtet sich auf eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen zur UV-Bestrahlung und/oder Sterilisierung von Flüssigkeiten.

20 Weiterer Gegenstand der Erfindung ist Verwendung des erfindungsgemäßen Reaktors zur Bestrahlung und Sterilisierung fluider Medien und insbesondere Mikroorganismen und/oder Viren enthaltender Flüssigkeiten, bevorzugt von Nahrungsmitteln, besonders bevorzugt Milch- oder Fruchtsaftprodukten oder Trinkwasser, chemischen oder pharmazeutischen Produkten, insbesondere bevorzugt von Virus-Vakzinen, gentechnisch erzeugten Wirkstoffen oder Proteinen, z.B. Wirkstoffen oder Proteinen aus transgenen Tieren oder Pflanzen und von Blutplasma oder aus Blutplasma gewonnenen Produkten.

25

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen

30 Figur 1 einen schematischen Schnitt durch einen Teil eines Bestrahlungsraums
 Figur 2 einen Ringspaltrührreaktor mit Ankerrührer, zentrischer UV-Bestrahlung und Magnetantrieb im Längsschnitt

	Figur 2a	ein vergrößertes Detail aus Figur 2
	Figur 3	einen kavernenartig ausgearbeiteten Ankerrührer aus Figur 2 mit Magnet
5	Figur 4a	einen Laufradantrieb für den Ankerrührer nach Figur 2 im Längsschnitt B-B
	Figur 4b	den Laufradantrieb nach Figur 4a im Querschnitt A-A
	Figur 5	einen Wendelrohrreaktor mit halbrundem Rohrquerschnitt
	Figur 5a	ein vergrößertes Detail aus Figur 5
	Figur 6	einen Wendelrohrreaktor mit rechteckigem Rohrquerschnitt
10	Figur 6a	ein vergrößertes Detail aus Figur 6
	Figur 7	einen demontierbaren Spiralrohrreaktor mit Kanälen im Längsschnitt
	Figur 7a	ein vergrößertes Detail aus Figur 6
	Figur 8	einen am Innendurchmesser des Ringspaltes angetriebenen Freistrahlreaktor mit trapezförmigen Kanälen im Längsschnitt
15	Figur 8a	ein vergrößertes Detail aus Figur 8
	Figur 9	einen Umschichtreaktor mit alternierender Produktzugabe am Innen- und Außendurchmesser des Ringspaltes
	Figur 9a	ein vergrößertes Detail aus Figur 9
20	Figur 10	den oberen Teil eines Ringspaltreaktors mit UV-Sensoren

Beispiele

Beispiel 1

5 Der UV- Reaktor gemäß Figur 2 und Figur 2a besteht aus einer zentrisch eingebauten UV-Lampe 1 (Hg-Leuchtstoffröhre) mit dem Aussendurchmesser 25 mm und der Länge von 850 mm, die durch einen nach oben geöffneten Quarzglasmantel 2 (inneres Quarzglasrohr) mit Innendurchmesser 26 mm ohne Produktberührung eingeführt und entnommen werden kann. Die offene Seite des Rohres 2 ist durch einen O-Ring
10 11 im Kopfdeckel 17 steriltechnisch einwandfrei gedichtet. Um das Glasrohr 2 rotiert in geringem Abstand von 0,5 mm ein mit 8 Rührblättern bewehrter Ankerrührer 6. Dieser wird im Kopfdeckel 17 durch ein Gleitlager 18 und im Bodendeckel 16 durch eine Zentrierspitze 7 gelagert. Der Antrieb erfolgt durch Magnetkupplung, indem die von einem externen Magnetrührwerk 10 zur Verfügung gestellte Leistung auf einen
15 quer zur Rührwelle 5 montierten Gegenmagneten 8 berührungs- und somit dichtungslos übertragen wird. Zur Gewährleistung des Wandabstandes zwischen Ankerührer 6 und Glasrohr 2 wird die achsensymmetrische Lage des Rohres 2 mittels eines Zentrierstiftes 9 gesichert, der innerhalb der Welle 5 geführt wird. Der Ringspalt 26 (Bestrahlungsraum) von 5 mm, in dem die Inaktivierungsreaktion stattfindet,
20 wird nach innen begrenzt durch die Außenwand des Rohres 2 und nach außen durch die optional mit vier 3 mm breiten Strombrechern 12 bewehrte Innenwand des Mantelrohres 15, an dessen beiden Enden Flansche zur Befestigung des Boden- 16 und den Kopfdeckels 17 angeschweißt sind.

25 Das Produkt wird mit einem Durchsatz von 150 – 300 l/h in den Stutzen 13 des Bodendeckels eingespeist und am Kopfdeckel 17 über Stutzen 14 abgezogen.

Der Zylinderrührer 6 mit 8 Blättern in der Form gemäß Figur 3 wird aus einem Präzisionsrohr mit dem Außendurchmesser 31 mm und der Wandstärke 0,8 mm
30 durch Ausschneiden 16 kavernenartiger Aussparungen angefertigt. Die Aussparungen erstrecken sich aus Stabilitätsgründen nicht durchgängig über die gesamte

5 Rührerlänge, sondern reichen bis zu den Stegverbindungen 19. Der Ankerrührer 6 ist über eine Scheibe 21 mit der Rührwelle 5 verbunden. Die bis in die Welle 5 hineinreichende Zentrieröffnung 20 dient zur Zentrierung des unten geschlossenen Rohres 2. Der Rührer seinerseits wird im Bodendeckel 16 über eine Zentrierspitze 7 zentriert.

Beispiel 2

10 Der als Alternative zur Magnetkupplung in der Bauform nach Figur 2 eingesetzte ebenfalls dichtungslose Schaufelradantrieb für den Ankerrührer 6 gemäß der Figur 4a (Schnitt B-B) und 4b (Schnitt A-A) besteht aus 4 auf der Rührwelle 5 befestigten, konvex gebogenen Schaufelrädern 23 mit einer Höhe von 10 mm. Der Durchmesser des Schaufelrades beträgt 39 mm. Der Antrieb erfolgt durch das in einen vorgelagerten Ringraum 24 tangential eingeleitete Produkt, das über vier gegen den Innenraum
15 tangential angestellte Spalte 22 mit einer Spaltweite von jeweils 0,8 mm auf die Antriebsschaufeln geleitet wird.

Beispiel 3

20 Der UV- Reaktor gemäß Figur 5 und Figur 5a besteht aus einer UV-Lampe 1 mit dem Durchmesser 25 mm, um die ein Quarzglasrohr 27 mit halbrundem Querschnitt von 8 mm Durchmesser und 4 mm Radius in geringem Abstand gewickelt ist. Der UV- Reaktor gemäß Figur 6 und Figur 6a besteht aus einer UV-Lampe 1 mit dem Durchmesser 25 mm, um die ein Quarzglasrohr 27 mit rechteckigem Querschnitt von
25 8 mm Breite und 4 mm Tiefe in geringem Abstand gewickelt ist. Rechtwinklig zur Spiralströmung 3 werden Sekundärwirbel 4, sog. Dean-Wirbel induziert, die eine Umwälzung des zu bestrahlenden Gutes im Rohr 27 zur Folge haben.

Beispiel 4

Der UV-Reaktor gemäß Figur 7 und Figur 7a besteht aus einem UV-Strahler 1 mit umgebendem, durchgängigem, am Kopf- 17 und Bodendeckel 16 mit O-Ringen 11
5 gegen den Reaktionsraum 26 gedichtetem Quarzglasrohr 2, das auf der Außenseite spiralförmig vom Produkt überströmt wird. Die Kontur der spiralförmigen Strömung wird durch den Kanal 25 im Außenzylinder 15 vorgegeben. Zur Erzeugung des Kanals 25 ist in den Außenzylinder 15 mit einer Tiefe von 4 mm und einer Breite von 6 mm ein Rundgewindegang eingeschnitten sind. Der kleinste Abstand zwischen
10 Glasrohr 2 und Zylinder beträgt 0,5 mm. Dieser Spalt erlaubt zur Verringerung der Fouling-Problematik einem Teil der Produktströmung als Freistrah 29 in den darüber liegenden Strömungskanal einzutreten. Die nahezu senkrecht auf die spiralförmige Hauptströmung 3 gerichtete Freistrahströmung 29 (siehe Figur 7a) führt zu einer weiteren Verstärkung des ersten der beiden durch die Spiralströmung erzeugten Sekundärwirbel 4. Mit dieser Anordnung wird eine gegenüber dem Wen-
15 delrohr deutlich verbesserte gleichmäßige Bestrahlung des Produktes erreicht.

Beispiel 5

20 Der UV-Reaktor gemäß Figur 8 und Figur 8a besteht aus einem UV-Strahler 1 mit umgebendem, durchgängigem, am Kopf- 17 und Bodendeckel 16 mit O-Ringen 11 gegen den Reaktionsraum 26 gedichtetem Quarzglasrohr 2, das auf der Produktseite in axialer Richtung überströmt wird. Durch die sägezahnförmige Kontur der Kanäle 25' des Außenzylinders 15 werden eine Vielzahl voneinander abgegrenzter Ring-
25 spalträume mit einer Höhe von 30 mm und einer Spaltweite von 4 mm für die Ausbildung der Sekundärwirbel 4 geschaffen (vergl. Figur 8a). Die Sekundärwirbel werden durch Freistrahlen 29 angetrieben, die im 0,7 mm breiten Ringspalt beim Eintritt des Produktstromes in die Kanäle 25' erzeugt werden.

Beispiel 6

Der UV-Reaktor gemäß Figur 9 und Figur 9a besteht aus einem UV-Strahler 1 mit umgebendem, durchgängigem, am Kopf- 17 und Bodendeckel 16 mit O-Ringen 11
5 gegen den Reaktionsraum 26 gedichtetem Quarzglasrohr 2, das auf der Produktseite in axialer Richtung überströmt wird. Durch die spezielle Kontur der Kanäle 25' des Außenzylinders werden Kammern mit einer Breite von 4 mm und einer Höhe von 30 mm gebildet, in denen mit Freistrahlen 61 angetriebene gegenläufige Sekundär-
wirbel 4 erzeugt werden, die zu einer alternierenden Umschichtung des Produktes
10 von der Innenseite zur Außenseite der Kammern führen. Die axialen Freistrahlen werden in 0,7 mm breiten Ringspalten auf dem inneren und äußeren Umfang der Kammern erzeugt.

Beispiel 7

15 Der UV-Reaktor gemäß Figur 10 (Teilansicht) ist gegenüber dem Reaktor nach Figur 7 dahingehend modifiziert, dass der Spalt zwischen Glasrohr 2 und Außenzylinder 15 weggelassen ist.

20 Zusätzlich ist im Kopfbereich 17 ein UV-Sensor 30 angebracht, der direkt die von dem UV-Strahler 1 abgegebene UV-Strahlung misst. Hiermit wird z.B. eine Regelung der UV-Intensität ermöglicht.

25 Ein zweiter UV-Sensor 31 ist im Bestrahlungsraum angeordnet, um "Fouling-Prozesse" im Reaktor beobachten zu können.

Am Fuß des Reaktors befinden sich weitere zwei UV-Sensoren für die prinzipiell gleichen oben angegebenen Zwecke (in Figur 10 nicht gezeichnet).

Patentansprüche

1. Reaktor zur Einstrahlung von ultraviolettem Licht in ein fluides Reaktionsmedium (3) mit einem Gehäuse (15), welches einen rohrförmigen Hohlraum umschließt, mit einer Strahlungsquelle (1) zur Erzeugung von ultraviolettem Licht und einem inneren Rohr (2), das mit dem Gehäuse (15) einen insbesondere ringförmigen Bestrahlungsraum (26) bildet, wobei der Bestrahlungsraum (26) wenigstens mit einem Einlass (13) und einem Auslass (14) für das Reaktionsmedium (3) verbunden ist und vom Reaktionsmedium (3) in Längsrichtung des Rohres (2) durchströmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Bestrahlungsraum (26) Mittel (6, 25) zur Erzeugung einer zusätzlichen radialen Strömungsführung des Reaktionsmediums (3) aufweist.
2. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (1) im inneren Rohr (2) angeordnet ist und das innere Rohr (2) für das ultraviolette Licht durchlässig ist.
3. Reaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwand des Gehäuses (15) eine Beschichtung mit einem UV-Strahlung reflektierenden Material aufweist.
4. Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (1) außerhalb des Gehäuses (15) angeordnet ist und das Gehäuse (15) für das ultraviolette Licht durchlässig ist.
5. Reaktor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wand des inneren Rohres (2) eine Beschichtung mit einem UV-Strahlung reflektierenden Material aufweist.

6. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (6, 25) und der Bestrahlungsraum (26) durch ein für UV-Strahlung durchlässiges im Querschnitt abgeflachtes Wendelrohr (27) gebildet ist.
- 5 7. Reaktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Wendelrohr (27) einen vorzugsweise mit abgerundeten Ecken versehenen, rechteckigen, ovalen oder halbrunden Querschnitt aufweist.
- 10 8. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (6, 25) ein zylinderförmiger Rührer, insbesondere ein Zylinderrührer mit 2 - 10 Rührblättern (6) ist, der im Bestrahlungsraum angeordnet ist.
- 15 9. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (6, 25) durch einen oder mehrere, insbesondere wendelförmige, Kanäle (25) gebildet wird, die an der Innenwand und/oder der Außenwand, bevorzugt an der Außenwand des Bestrahlungsraums (26) umlaufend angeordnet sind.
- 20 10. Reaktor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (25) ein vorzugsweise mit abgerundeten Ecken versehenes, rechteckförmiges trapezförmiges oder halbrundes Querschnittsprofil aufweisen.
- 25 11. Reaktor nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (25) eine Tiefe von 1 bis 100 mm und eine mittlere Breite von 1 bis 200 mm im Querschnittsprofil aufweisen.
12. Reaktor nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle (25) wendelförmig ausgebildet sind und eine Steigung von 3 bis 30° aufweisen.

- 19 -

13. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Bestrahlungsraum (26) in Richtung der Rohrachse des inneren Rohres (2) durchgehend offen ausgeführt ist.
- 5 14. Reaktor nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenwand des Bestrahlungsraums (26) und die Kanäle (25) durch einen Wellschlauch gebildet werden.
- 10 15. Reaktor nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass an der Wand des Bestrahlungsraumes (26) Strömungsbrecher (12) angeordnet sind.
- 15 16. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass (13) so ausgebildet ist, dass das Reaktionsmedium tangential in den Bestrahlungsraum (26) eintritt.
- 20 17. Reaktor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Länge des Reaktors zum Durchmesser des Gehäuses auf $L/D < 100$ begrenzt ist.
18. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass (13) so ausgebildet ist, dass das Reaktionsmedium radial in den Bestrahlungsraum (26) eintritt.
- 25 19. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass (13) so ausgebildet ist, dass das Reaktionsmedium axial in den Bestrahlungsraum (26) eintritt.
- 30 20. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein UV-Sensor (30) mit Messeinrichtung zur Messung der UV-In-

tensität der Strahlungsquelle (1) am Reaktor angebracht ist, insbesondere im oberen oder unteren Bereich des Reaktors.

- 5 21. Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass
 wenigstens ein UV-Sensor (31) mit Messeinrichtung zur Messung der
 UV-Intensität im Bestrahlungsraum (26), insbesondere im unteren oder o-
 beren Bereich des Reaktors, angebracht ist.
- 10 22. Verwendung eines Reaktors nach einem der Ansprüche 1 bis 21 zur Bestrah-
 lung und Sterilisierung fluider Medien und insbesondere Mikroorganismen
 und/oder Viren enthaltender Flüssigkeiten, besonders bevorzugt von Nah-
 rungsmitteln, bevorzugt Milch- oder Fruchtsaftprodukten oder Trinkwasser,
 chemischen oder pharmazeutischen Produkten, insbesondere bevorzugt von
15 Virus-Vakzinen, gentechnisch erzeugten Wirkstoffen oder Proteinen, Wirk-
 stoffen oder Proteinen aus transgenen Tieren oder Pflanzen und von Blut-
 plasma oder aus Blutplasma gewonnenen Produkten.

1 / 9

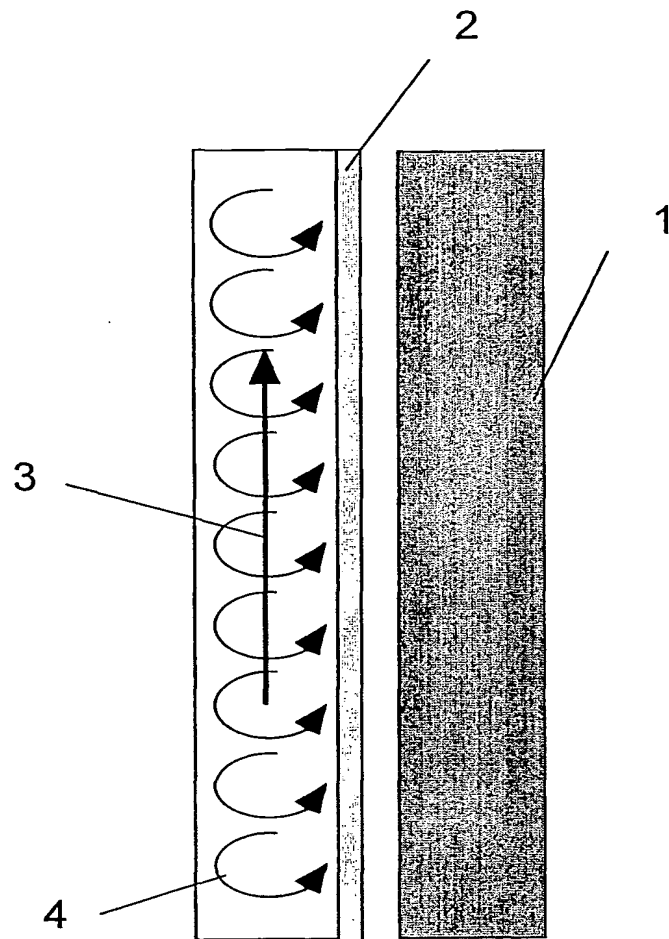
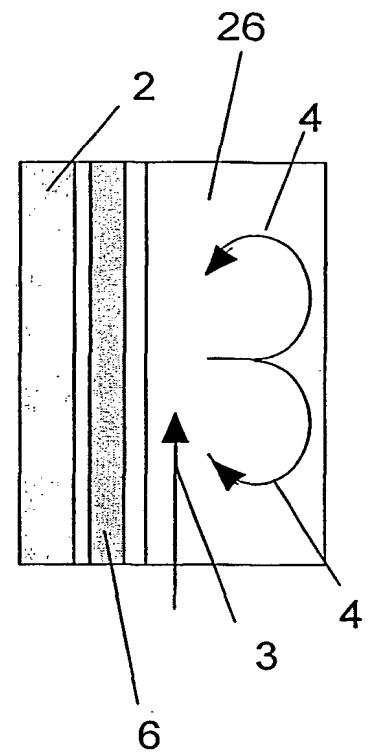
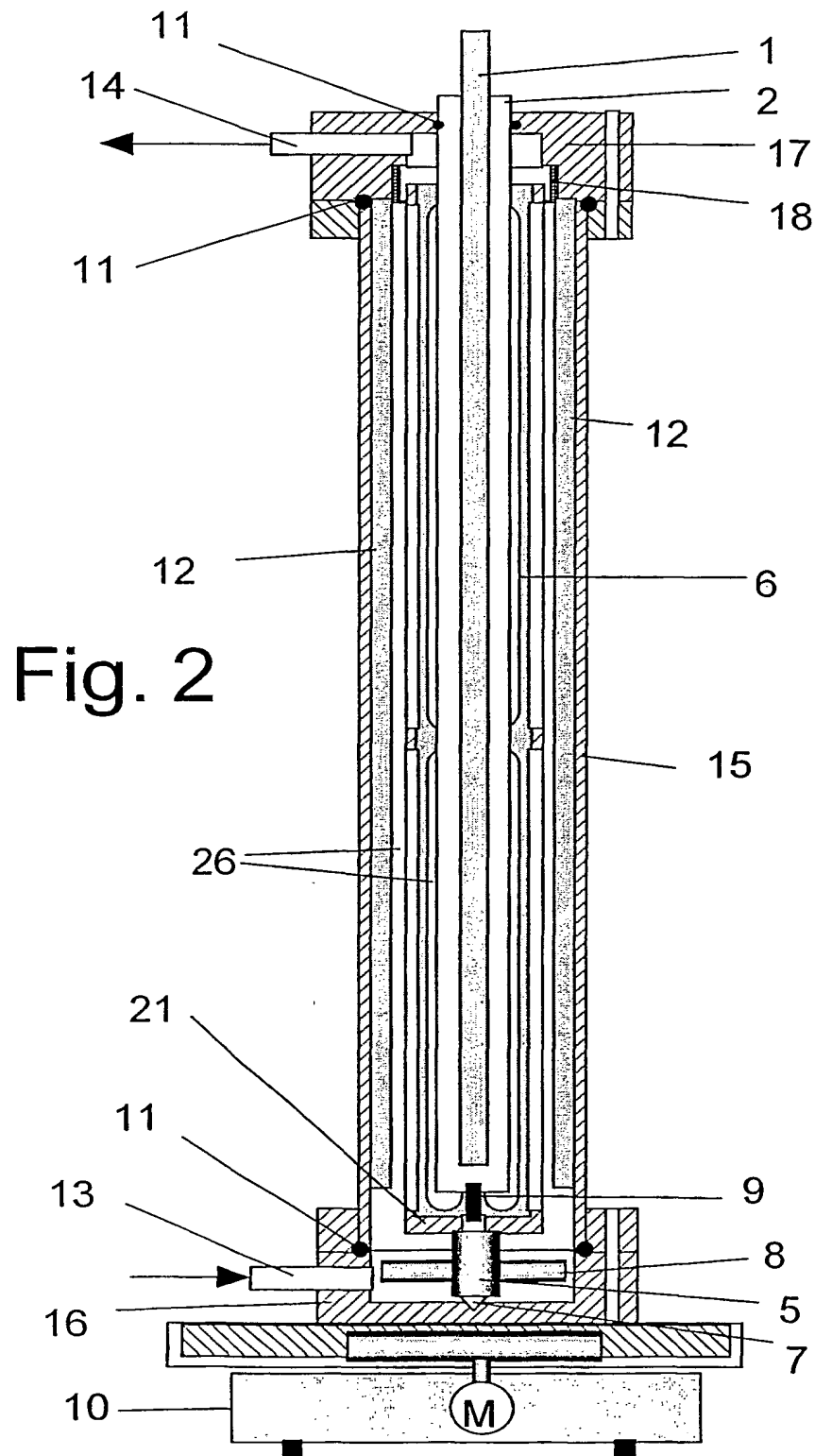


Fig. 1



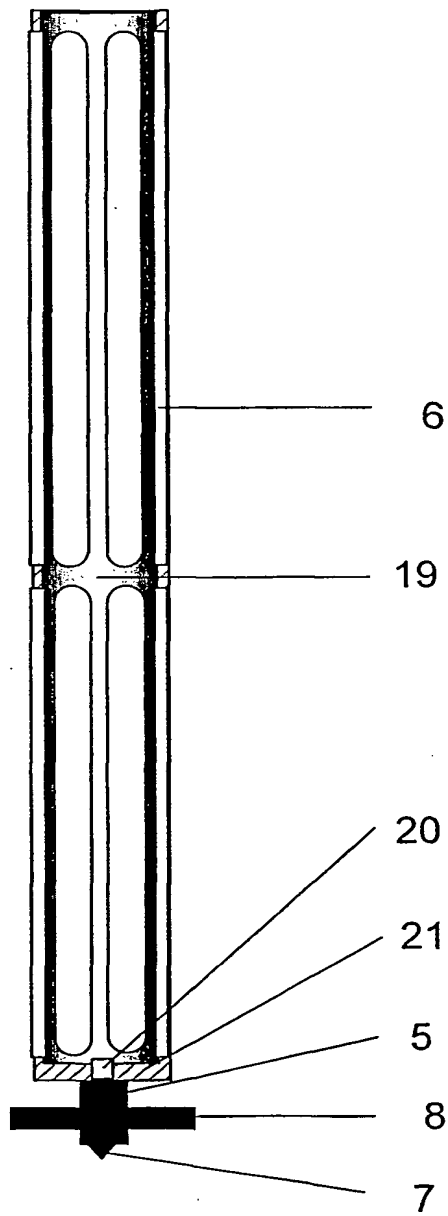


Fig. 3

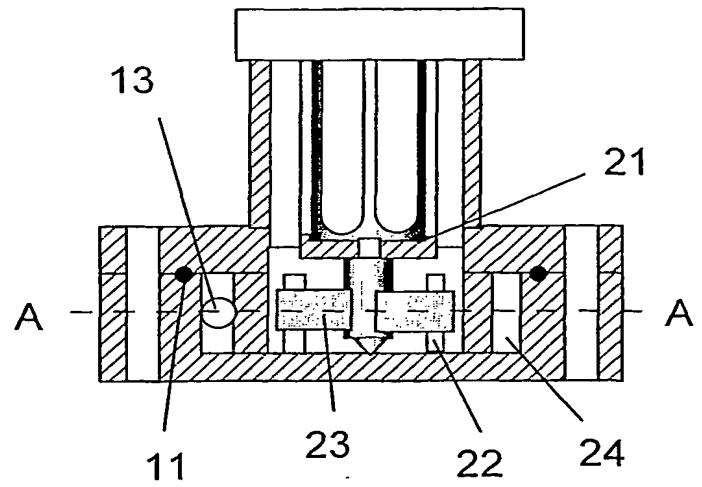


Fig. 4 a

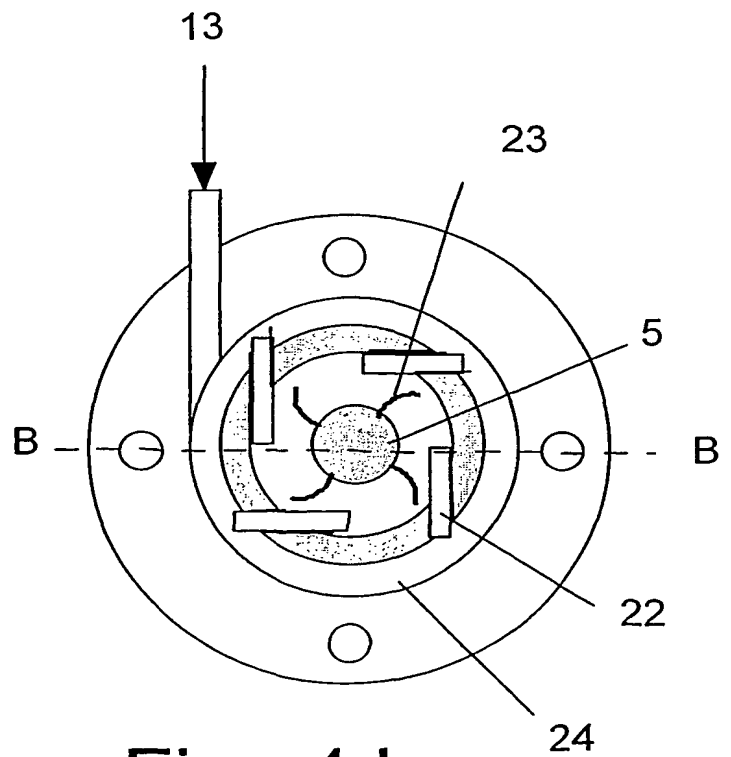
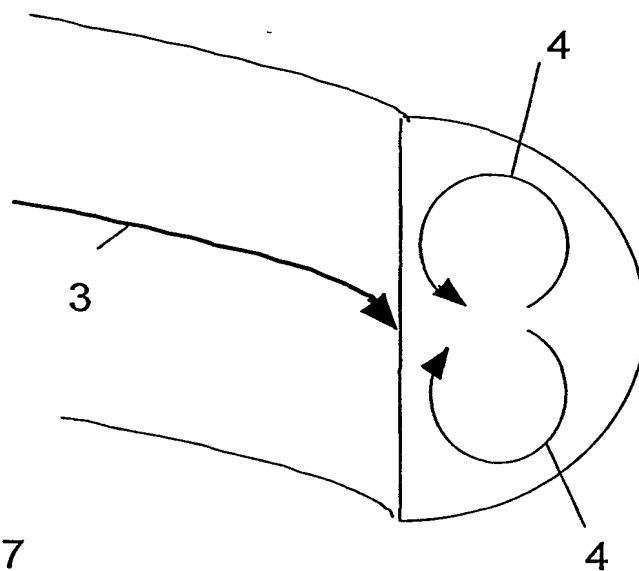
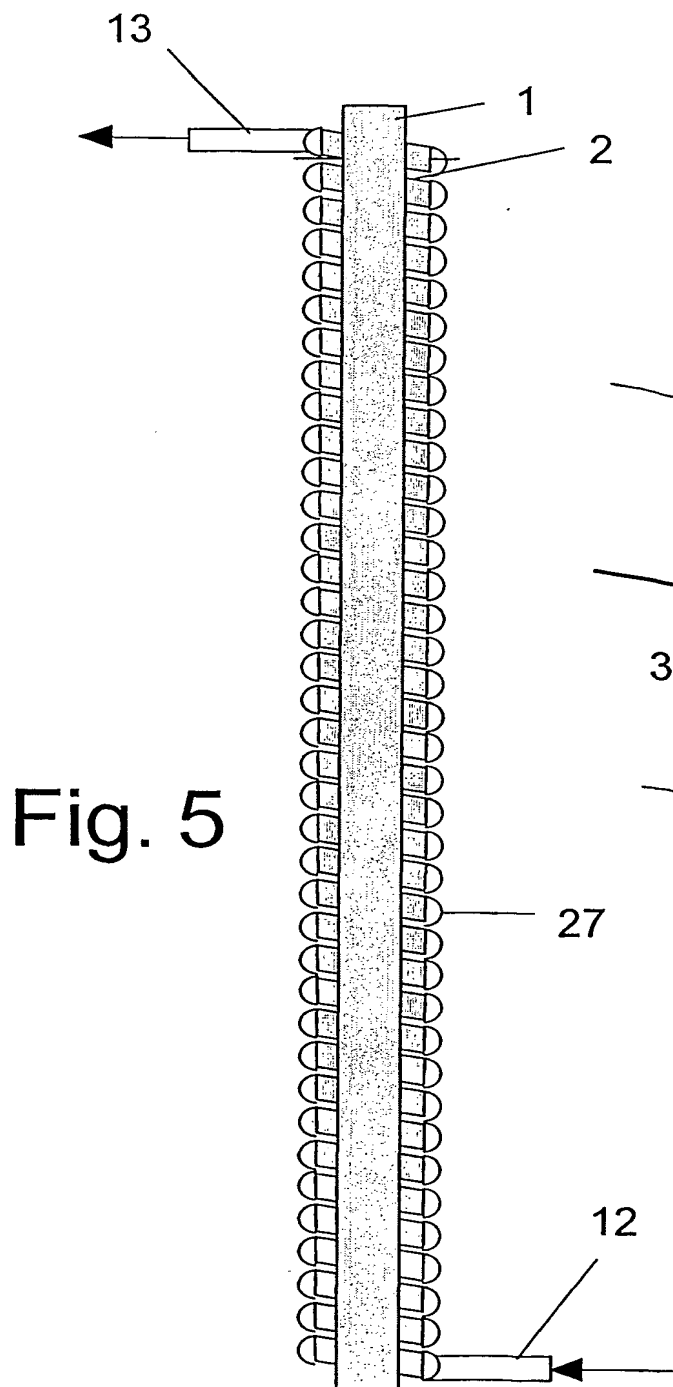


Fig. 4 b



5 / 9

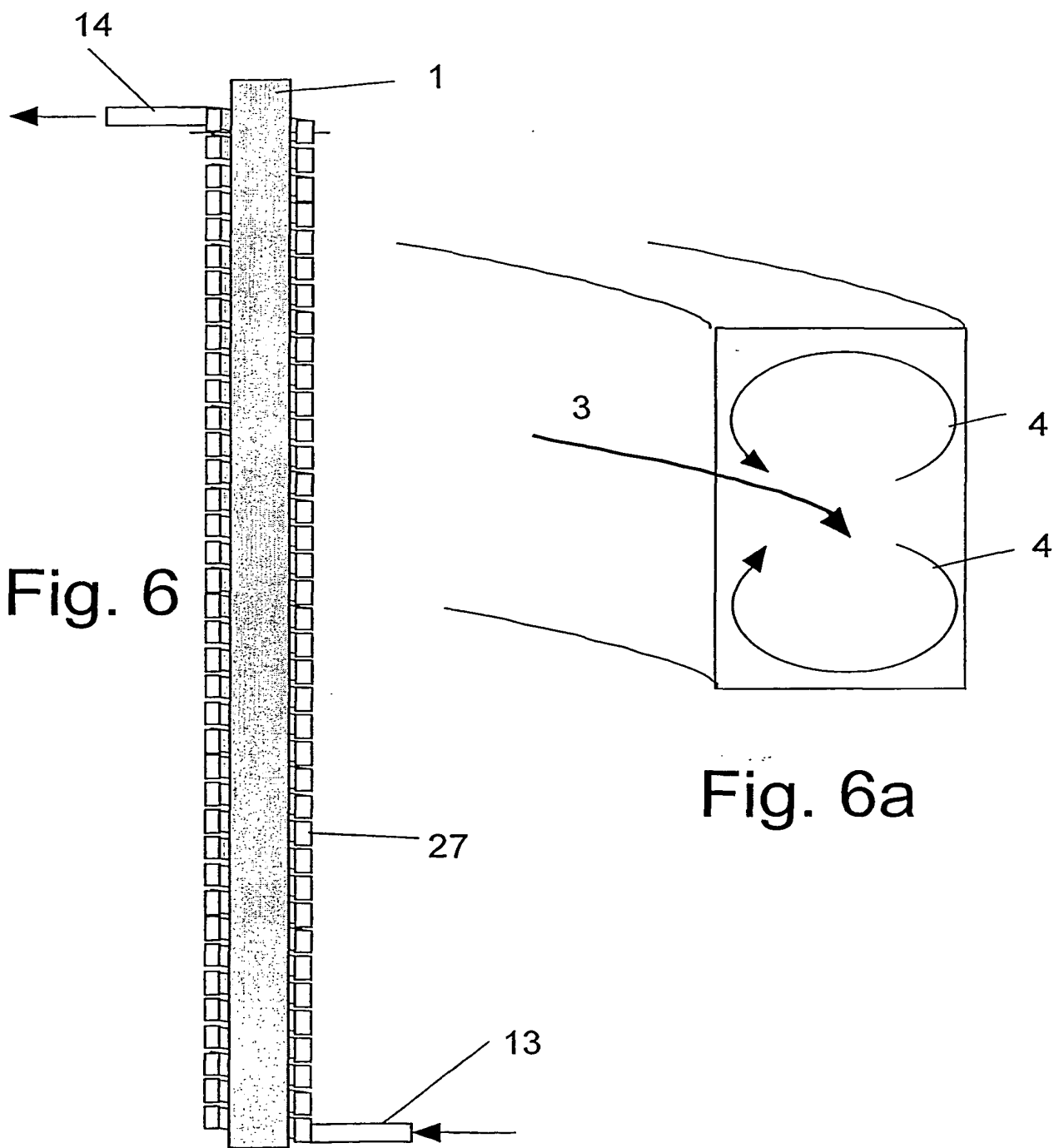


Fig. 6

Fig. 6a

6 / 9

Fig. 7

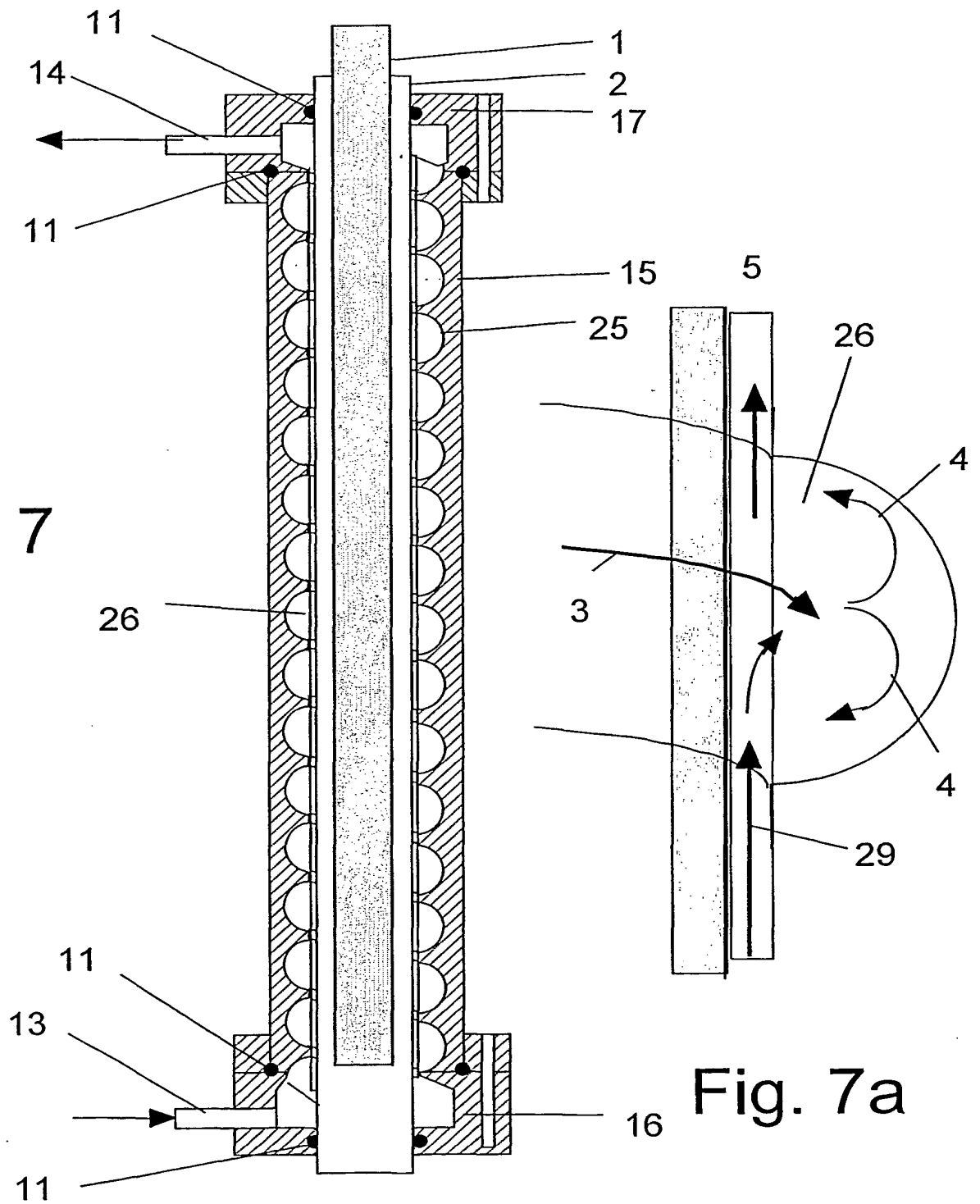


Fig. 7a

7 / 9

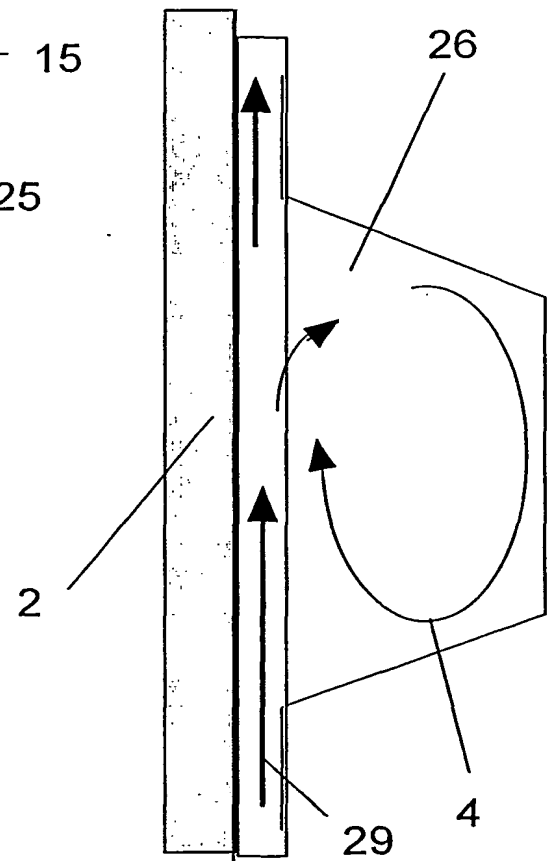
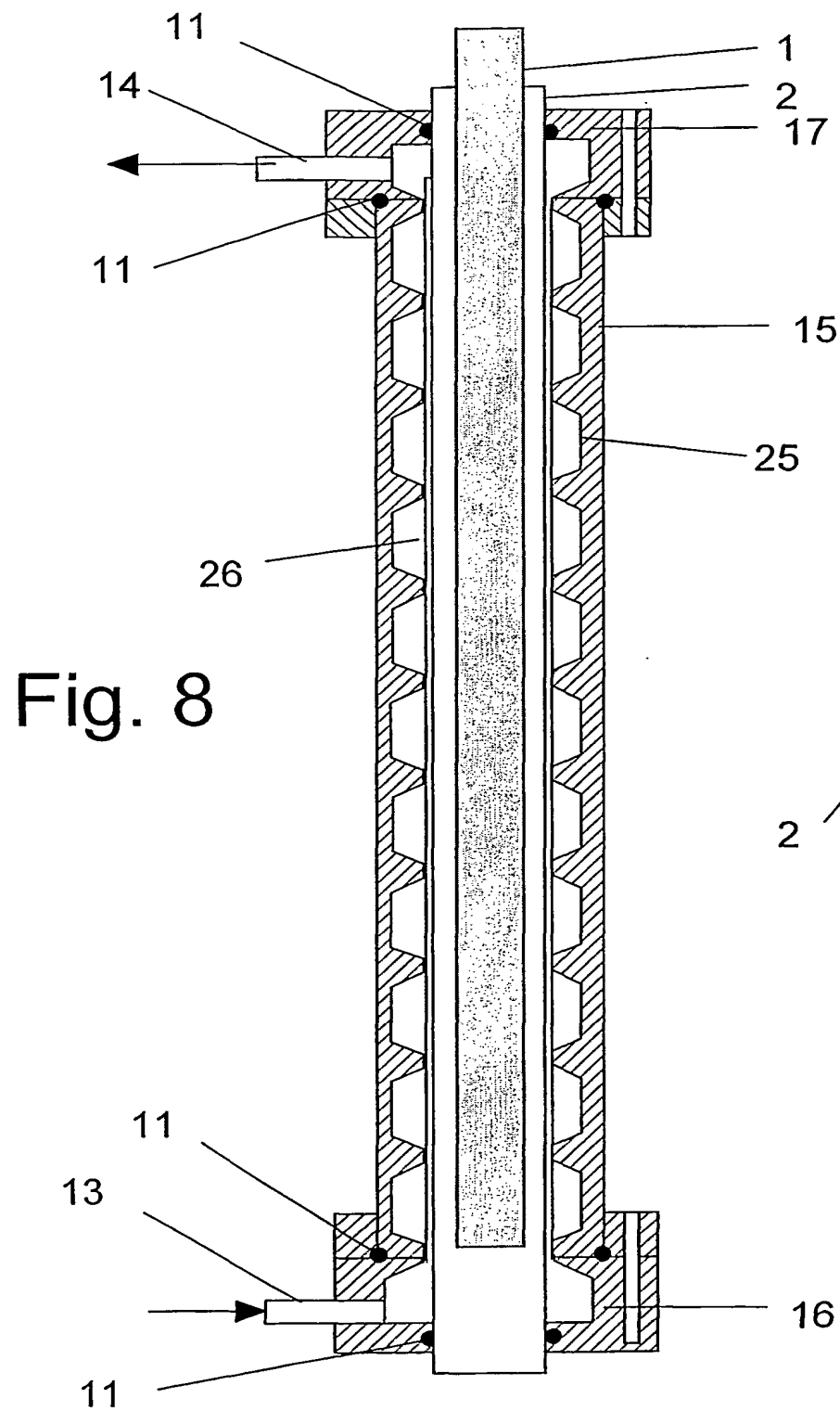
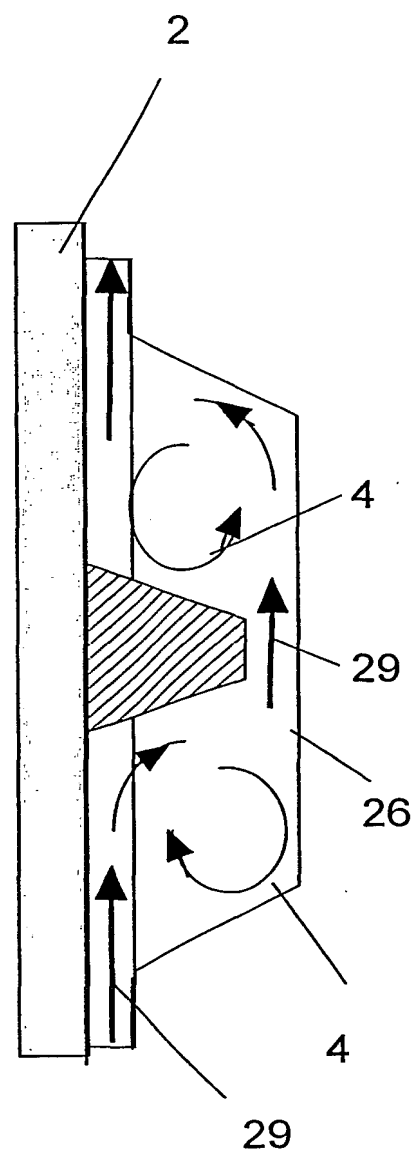
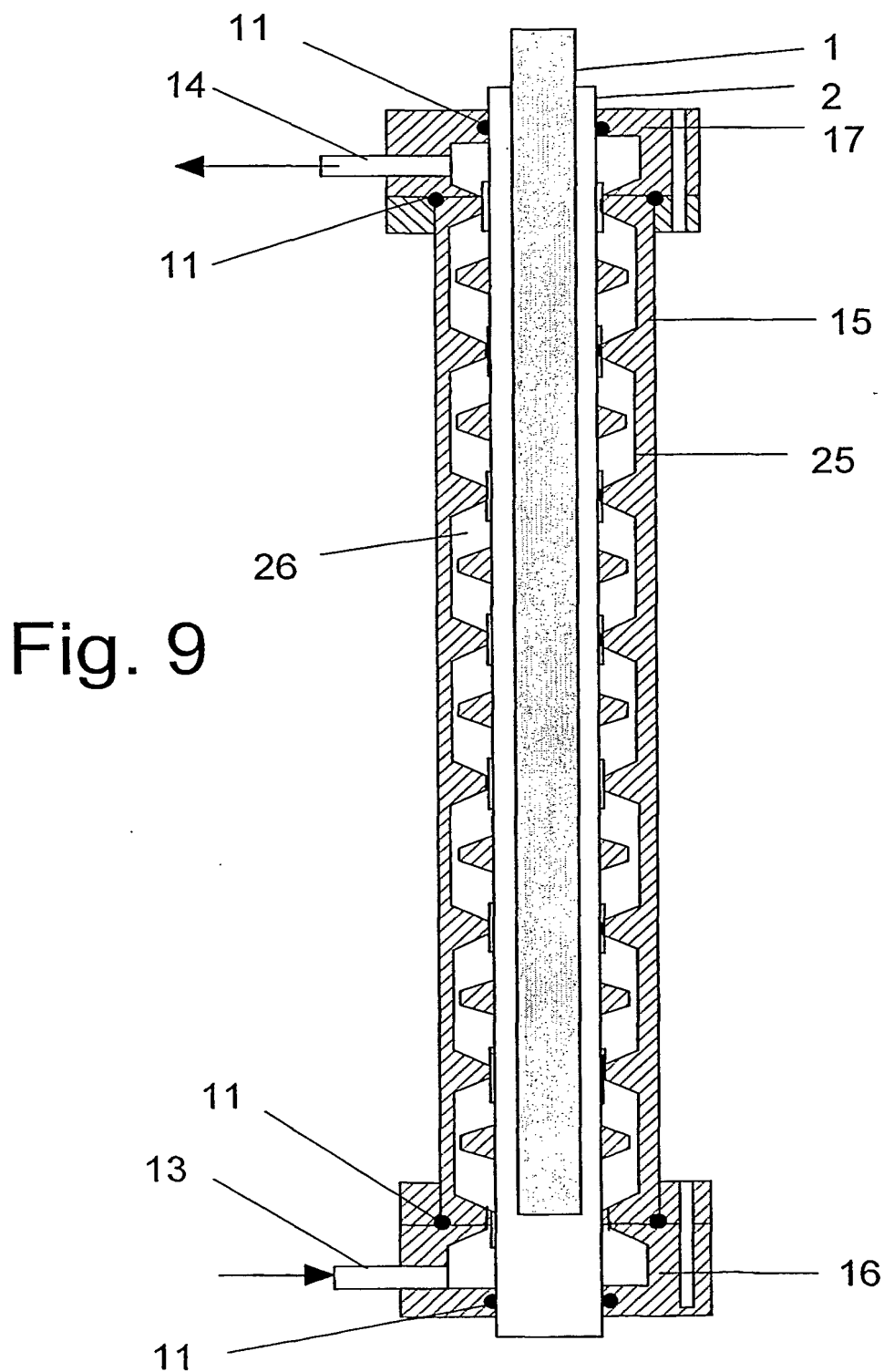


Fig. 8a

8 / 9



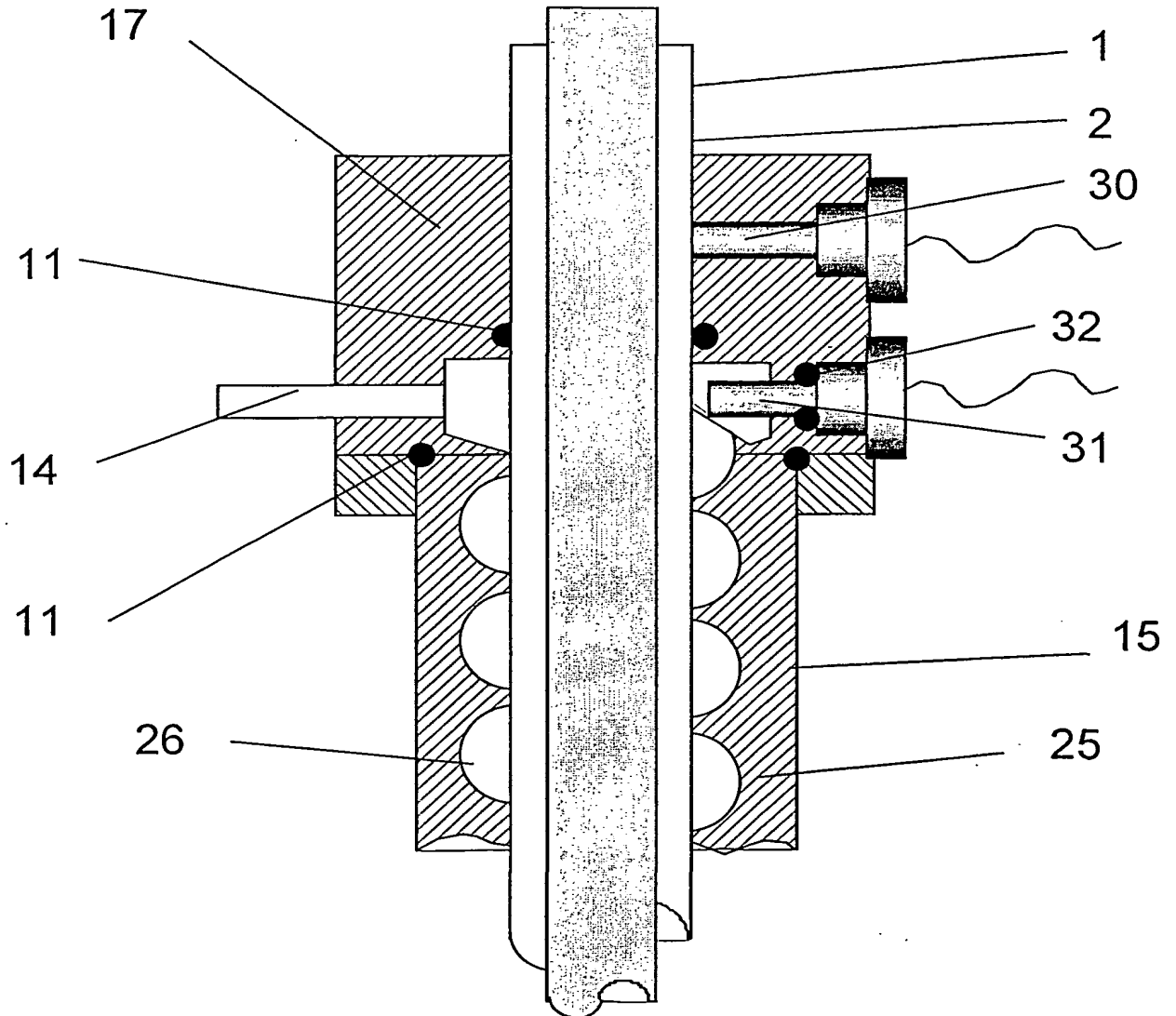


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal publication No
PCT/EP 01/12562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C02F1/32 B01J19/12 A61L2/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C02F B01J A61L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 202 820 A (STILL & SONS LTD W M) 26 November 1986 (1986-11-26) figure 2 ---	1,2,6,7, 9-22
X	EP 0 202 891 A (STILL & SONS LTD W M) 26 November 1986 (1986-11-26) figures ---	1,2,6,7, 9-22
X	US 5 785 845 A (COLAIANO ROBERT) 28 July 1998 (1998-07-28) column 8, line 23 -column 9, line 32; figure 2A --- -/--	1,2, 9-11, 13-15, 17,18, 20-22



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 March 2002

Date of mailing of the international search report

05/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gruber, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interna

lication No

PCT/EP 01/12562

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 636 991 A (POSTELL JAMES F) 28 April 1953 (1953-04-28) column 3, line 70 -column 4, line 64; figure 1 ----	1,2,4,6, 7,22
X	US 4 769 131 A (NOLL JOHN R ET AL) 6 September 1988 (1988-09-06) figures 2,14,15 ----	1-3,6, 9-12,14, 22
X	DE 43 04 444 A (UEBERALL PETER) 18 August 1994 (1994-08-18) claims; figures 4-6 ----	1,2, 20-22
X	DE 43 39 006 A (SCHYMALLA ALFRED DR ING ;HERBERG PETER (DE); GRAU WALDEMAR DR (DE)) 18 May 1995 (1995-05-18) the whole document ----	1,8,22
X	WO 98 41315 A (BROWNE JOHN PHILLIP ;PHILLIPS LAURENCE COLIN (AU); NEWZONE NOMINEE) 24 September 1998 (1998-09-24) figures 1,2,4,6 ----	1,2,13, 22
X	DE 197 19 645 A (SCHROEDER OLAF) 6 November 1997 (1997-11-06) the whole document -----	1,2,8,22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: Application No

PCT/EP 01/12562

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0202820	A	26-11-1986	EP 0202820 A2	26-11-1986
			GB 2175779 A ,B	03-12-1986
EP 0202891	A	26-11-1986	EP 0202891 A2	26-11-1986
			GB 2175688 A	03-12-1986
US 5785845	A	28-07-1998	NONE	
US 2636991	A	28-04-1953	NONE	
US 4769131	A	06-09-1988	AT 116552 T	15-01-1995
			AU 601743 B2	20-09-1990
			AU 7396687 A	01-12-1987
			CA 1293847 A1	07-01-1992
			CN 87103349 A ,B	25-11-1987
			DE 3750950 D1	16-02-1995
			DE 3750950 T2	24-05-1995
			EP 0267261 A1	18-05-1988
			IE 68061 B1	15-05-1996
			IL 82292 A	05-11-1990
			IN 168752 A1	01-06-1991
			JP 1500016 T	12-01-1989
			JP 2974676 B2	10-11-1999
			KR 9105289 B1	24-07-1991
			MX 167742 B	12-04-1993
			NO 173272 C	24-11-1993
			NZ 220069 A	28-05-1990
			OA 8594 A	30-11-1988
			PH 24083 A	05-03-1990
			PT 84827 A ,B	01-06-1987
			WO 8706841 A1	19-11-1987
			US 4968437 A	06-11-1990
			US 5004541 A	02-04-1991
DE 4304444	A	18-08-1994	DE 4304444 A1	18-08-1994
DE 4339006	A	18-05-1995	DE 4339006 A1	18-05-1995
WO 9841315	A	24-09-1998	AU 730682 B2	08-03-2001
			AU 6602998 A	12-10-1998
			WO 9841315 A1	24-09-1998
			EP 1019181 A1	19-07-2000
			US 6280615 B1	28-08-2001
			ZA 9802249 A	05-10-1998
DE 19719645	A	06-11-1997	DE 19719645 A1	06-11-1997

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C02F1/32 B01J19/12 A61L2/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C02F B01J A61L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 202 820 A (STILL & SONS LTD W M) 26. November 1986 (1986-11-26) Abbildung 2	1,2,6,7, 9-22
X	EP 0 202 891 A (STILL & SONS LTD W M) 26. November 1986 (1986-11-26) Abbildungen	1,2,6,7, 9-22
X	US 5 785 845 A (COLAIANO ROBERT) 28. Juli 1998 (1998-07-28) Spalte 8, Zeile 23 -Spalte 9, Zeile 32; Abbildung 2A	1,2, 9-11, 13-15, 17,18, 20-22
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. März 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gruber, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 636 991 A (POSTELL JAMES F) 28. April 1953 (1953-04-28) Spalte 3, Zeile 70 -Spalte 4, Zeile 64; Abbildung 1 ----	1,2,4,6, 7,22
X	US 4 769 131 A (NOLL JOHN R ET AL) 6. September 1988 (1988-09-06) Abbildungen 2,14,15 ----	1-3,6, 9-12,14, 22
X	DE 43 04 444 A (UEBERALL PETER) 18. August 1994 (1994-08-18) Ansprüche; Abbildungen 4-6 ----	1,2, 20-22
X	DE 43 39 006 A (SCHYMALLA ALFRED DR ING ;HERBERG PETER (DE); GRAU WALDEMAR DR (DE)) 18. Mai 1995 (1995-05-18) das ganze Dokument ----	1,8,22
X	WO 98 41315 A (BROWNE JOHN PHILLIP ;PHILLIPS LAURENCE COLIN (AU); NEWZONE NOMINEE) 24. September 1998 (1998-09-24) Abbildungen 1,2,4,6 ----	1,2,13, 22
X	DE 197 19 645 A (SCHROEDER OLAF) 6. November 1997 (1997-11-06) das ganze Dokument -----	1,2,8,22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/12562

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0202820	A	26-11-1986	EP	0202820 A2	26-11-1986
			GB	2175779 A ,B	03-12-1986
EP 0202891	A	26-11-1986	EP	0202891 A2	26-11-1986
			GB	2175688 A	03-12-1986
US 5785845	A	28-07-1998	KEINE		
US 2636991	A	28-04-1953	KEINE		
US 4769131	A	06-09-1988	AT	116552 T	15-01-1995
			AU	601743 B2	20-09-1990
			AU	7396687 A	01-12-1987
			CA	1293847 A1	07-01-1992
			CN	87103349 A ,B	25-11-1987
			DE	3750950 D1	16-02-1995
			DE	3750950 T2	24-05-1995
			EP	0267261 A1	18-05-1988
			IE	68061 B1	15-05-1996
			IL	82292 A	05-11-1990
			IN	168752 A1	01-06-1991
			JP	1500016 T	12-01-1989
			JP	2974676 B2	10-11-1999
			KR	9105289 B1	24-07-1991
			MX	167742 B	12-04-1993
			NO	173272 C	24-11-1993
			NZ	220069 A	28-05-1990
			OA	8594 A	30-11-1988
			PH	24083 A	05-03-1990
			PT	84827 A ,B	01-06-1987
			WO	8706841 A1	19-11-1987
			US	4968437 A	06-11-1990
			US	5004541 A	02-04-1991
DE 4304444	A	18-08-1994	DE	4304444 A1	18-08-1994
DE 4339006	A	18-05-1995	DE	4339006 A1	18-05-1995
WO 9841315	A	24-09-1998	AU	730682 B2	08-03-2001
			AU	6602998 A	12-10-1998
			WO	9841315 A1	24-09-1998
			EP	1019181 A1	19-07-2000
			US	6280615 B1	28-08-2001
DE 19719645	A	06-11-1997	ZA	9802249 A	05-10-1998
			DE	19719645 A1	06-11-1997

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK